Robotica

A. Schellekens

Gebruikersboek

MS-DOS

Educaboek

© Educaboek 1987
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission from the publisher.

© LEGO Nederland b.v.
LEGO® is een gedeponeerd handelsmerk van de LEGO Group Denemarken, hier gebruikt met toestemming van LEGO Nederland b.v. te Grootegast.

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding 5

2. Beschrijving computerset 7

3. LEGO Interface A 9

4. LEGO Lines 11

4.1 Structuur van LEGO Lines 11
4.2 Schermindeling 12
4.3 Invoervelden 13
4.4 Commando's 14
4.5 Programmastructuren 15
4.6 Foutmeldingen 16

5. Werken met LEGO Lines 17

5.1 Aansluiten van LEGO Interface A 17
5.2 Installeren van LEGO Lines 17
5.3 Laden van LEGO Lines 17
5.4 Kopiëren van LEGO Lines 18
5.5 Gebruik van het toetsenbord 18

6. EDIT functie 21

6.1 Toetsenoverzicht 21
6.2 Programmaregels invoeren 21
6.3 Regel tussenvoegen en regel weghalen 25
6.4 Andere functies aanroepen 23
6.5 Besturingsprogramma wissen 23
6.6 Stoppen met LEGO Lines 23

7. TEST functie 25

7.1 Toetsenoverzicht 25
7.2 Testen 25

8. DIRECT functie 27

8.1 Toetsenoverzicht 27
8.2 Directe besturing 27

9. RUN functie 29

9.1 Toetsenoverzicht 29
9.2 Uitvoeren besturingsprogramma 29
9.3 Communicatieveld 30
9.4 Programmafouten 30
9.5 Bedieningsfouten 31
9.5 Snelheid van de programma-uitvoering 33

10. DISK functies 33

10.1 Toetsenoverzicht 33
10.2 Keuzemenu 33
10.3 Laden van een besturingsprogramma 33
10.4 Bewaren van een besturingsprogramma 33
10.5 Wissen van een besturingsprogramma 34
10.6 Foutmeldingen 34

11. PRINT functie 37

11.1 Toetsenoverzicht 37
11.2 Afdrukken 37
11.3 Foutmeldingen

12. Demonstratieprogramma's 39

12.1 Reuzenrad 39
12.2 Robotarm 40
12.3 Automatische schuifdeur 42
12.4 Transportband 43

TOT BESLUIT 45

1. INLEIDING

Dit gebruikersboek is een handleiding voor het gebruik van LEGO Lines op een computer die werkt onder MS-DOS en beschikt over een grafische weergavemogelijkheid.

Voor het werken met LEGO Lines is een MS-DOS versie 2.0 of een latere versie vereist, bij voorkeur MS-DOS versie 3.0 of hoger.
Voor grafische weergave is uitgegaan van een Color Graphics Adapter (CGA) - kaart of een equivalent daarvan.
Het programma is getest op de computers die in het NIVO- project worden gebruikt.

In de hoofdstukken 1 t/m 4 worden het programma en de interface beschreven.
De hoofdstukken 5 t/m 11 behandelen het werken met LEGO Lines. In hoofdstuk 12 wordt een toelichting gegeven op een viertal demonstratieprogramma's die bij de MS-DOS-versie worden geleverd.

2. BESCHRIJVING COMPUTERSET

Bij het onderwijsleerpakket Robotica wordt een aantal materiaalsets geleverd dat specifiek is voor het gebruik van LEGO Lines met een MS-DOS-microcomputer. Daartoe behoort onder meer dit Gebruikersboek.

Bij LEGO Robotica wordt gebruik gemaakt van de LEGO Interface A, die op verschillende typen computers kan worden aangesloten. Voor het aansluiten van de LEGO Interface A op een MS-DOS-computer wordt een speciale interfacekaart met bijbehorende aansluitkabel geleverd (LEGO art.no. 9771). Deze interfacekaart dient te worden gemonteerd op een van de uitbreidingsslots van de MS-DOS microcomputer. Raadpleeg voor het monteren van de interfacekaart de documentatie die bij deze kaart wordt geleverd.

De LEGO Interface A kan ook worden gebruikt in combinatie met de interfacekaart die in het kader van het NIVO-project wordt geleverd. Voor het aansluiten van de LEGO Interface A op de NIVO-kaart is een speciale aansluitkabel vereist. Deze maakt deel uit van de desbetreffende materiaalset.

Het programma LEGO Lines wordt geleverd op een schijf.
LEGO Lines mag worden gekopieerd voor gebruik op meerdere computers in eenzelfde werkruimte.
Bij de materiaalset wordt verder specifiek voor gebruik met een MS-DOS-computer een zgn. "computerkaart" geleverd: een geplastificeerde kaart, waarop een overzicht wordt gegeven van de belangrijkste bedieningsinstructies (reference card).

Raadpleeg voor informatie over de samenstelling van de materiaalsets en het bestellen van LEGO Robotica materiaal de desbetreffende folder van Educaboek.
Voor een beschrijving van het overige materiaal van het onderwijsleerpakket Robotica verwijzen we naar de docentenhandleiding.

3. LEGO INTERFACE A

De LEGO Interface A is speciaal ontwikkeld voor gebruik met de LEGO Robotica bouwdozen (LEGO art. no. 1090 en 1092).

De LEGO Interface A kan zes uitgangen aansturen waarop drie motoren links- en rechtsom en/of zes LEGO Lampjes kunnen worden aangesloten. Bovendien zijn er twee ingangen waarop LEGO Sensoren kunnen worden aangesloten.
Verder is er een extra contact waarop permanent spanning staat en waarop bijvoorbeeld een lampje kan worden aangesloten.

De lay-out van de interface is aangepast aan het didactische doel van de beoogde gebruikssituatie en komt overeen met de lay-out van het programmabeeldscherm van LEGO Lines en van het Programma-blad.

De LEGO Interface A is beveiligd voor normaal gebruik, zodat geen schade aan de computer kan ontstaan.

Voor technische specificaties en verdere aanwijzingen met betrekking tot de LEGO Interface A verwijzen we naar de uitvoerige technische en gebruiksdocumentatie die bij de interface wordt geleverd.
Voor de componenten die op de interface worden gebruikt (motor, lampje, sensor, kabels) verwijzen we naar de gebruiksaanwijzingen bij de LEGO Interface A en de LEGO Robotica bouwdozen, die daarover uitgebreid informatie verschaffen.

4. PROGRAMMA "LEGO Lines"

Het programma LEGO Lines biedt een programmeeromgeving, waarmee eenvoudige besturingsprogramma's voor het besturen van LEGO Roboticamodellen kunnen worden gemaakt.

4.1 Structuur van LEGO Lines

LEGO Lines kent een aantal toestanden ('modes') waarin het programma zich kan bevinden. Deze toestanden worden aangeduid als 'functies'.

De volgende functies zijn beschikbaar:

EDIT functie

In deze toestand kunnen programmaregels worden ingevoerd en veranderd. Vanuit de EDIT functie kunnen andere functies worden aangeroepen.

TEST functie

In deze toestand kunnen programmaregels worden getest. Indien een model is aangesloten wordt het model geactiveerd.

DIRECT functie

In deze toestand kunnen motoren en lampjes direct worden bestuurd.

RUN functies

Het besturingsprogramma wordt uitgevoerd indien het programma correct is. Als een model is aangesloten worden de opdrachten geëffectueerd.
In LEGO Lines zijn twee RUN functies beschikbaar. Bij de RUNs(cherm) functie kan de uitvoering van het programma op het scherm worden gevolgd. Bij de RUNt(ijd) functie wordt alleen het model aangestuurd.

DISK functies

Met de DISK functies kunnen besturingsprogramma's worden bewaard op schijf, ingelezen van schijf en gewist van schijf. Een overzicht van de besturingsprogramma's op schijf wordt gegeven bij het aanroepen van de DISK functie.

PRINT functie

Met de PRINT functie kunnen besturingsprogramma's worden afgedrukt. Hierbij wordt de structuur van het programma aangeduid in de lay-out.

De EDIT functie is de centrale functie in het programma. Het programma start in de EDIT functie. Vanuit de EDIT functie zijn de andere functies bereikbaar. Vanuit deze andere functies keert het programma steeds terug naar de EDIT functie.

4.2 Schermindeling

LEGO Lines kent een vaste schermindeling die bij vrijwel alle functies in het programma wordt gehanteerd. Bij de opbouw van het scherm is de structuur van een byte als uitgangspunt genomen. Van de acht bits worden de eerste zes bits (0-5) als uitgangsbits gebruikt. De laatste twee bits (6-7) fungeren als ingangsbits.

Een besturingsprogramma kan maximaal veertig programmaregels omvatten, waarvan negen programmaregels op het scherm zichtbaar zijn. Met de cursortoetsen kan men het besturingsprogramma verticaal over het beeldscherm laten 'scrollen'.

Binnen deze schermindeling wordt een aantal velden onderscheiden. De standaard schermindeling is als volgt:

```
                           I N      U I T
------------------------------------------------------
                         | 7 6 | 5 4 3 2 1 0 |   F
------------------------------------------------------
                         |     |             |
                         |     |             |
           A             |  B  |      C      |   D
                         |     |             |
                         |     |             |
------------------------------------------------------
                         --------------------
                         |         E        |
                         --------------------
```

verklaring :

A = labelveld
B = invoerbitveld
C = uitvoerbitveld
D = waardeveld
E = communicatieveld
F = functieveld

De velden A t/m D dienen in de EDIT functie als invoervelden voor het maken van een programma.

Het communicatieveld (E) geeft bij het testen en uitvoeren van een besturingsprogramma en bij directe besturing aan welke besturings- en sensorsignalen op dat moment gelden.
Het functieveld (F) geeft een aanduiding van de functie waarin men op dat moment werkt.

4.3 Invoervelden

De invoervelden die in het programma worden onderscheiden bevatten de volgende informatie:

a. labelveld

In het labelveld kunnen commando's en eigen labels worden ingevoerd.
Commando's worden door het programma herkend en automatisch in hoofdletters (kapitaal) weergegeven. Indien een commando wordt ingevoerd staan alleen die velden voor invoer ter beschikking, die bij het desbetreffende commando relevant zijn.
Wanneer geen commando wordt ingevoerd kan een eigen label worden ingevoerd om de desbetreffende besturingsstap te karakteriseren.

b. uitvoerbitveld

In het uitvoerbitveld kan worden aangegeven welke stuursignalen moeten worden gegeven. Dit gebeurt door het 'zetten' van bits. Er zijn zes bitposities beschikbaar voor het aansturen van motoren en lampjes.

Om een motor in twee richtingen te kunnen aansturen zijn twee bits nodig. Er kunnen derhalve drie motoren linksom (10) en rechtsom (01) worden aangestuurd:

motor A (bit 0 en 1);
motor B (bit 2 en 3);
motor C (bit 4 en 5).

Deze aanduidingen corresponderen met de aanduidingen op de LEGO Interface A.
Voor de draairichting van de motoren is de stekerverbinding van belang. Als een motor in de verkeerde richting draait moet de steker worden omgekeerd ('om-polen').
Indien de uitgangen (stekercontacten 0 t/m 5) worden gebruikt voor het AAN (1)en UIT (0) zetten van lampjes kunnen zes lampjes worden geschakeld.

Voor het uitvoeren van een besturingsprogramma (met RUN) is van belang dat een uitvoerbitcombinatie die in een programmaregel is gezet in het algemeen blijft gelden tot een nieuwe uitvoerbit-combinatie wordt gezet.

c. invoerbitveld

In het invoerbitveld (bitposities 6 en 7) kan door het zetten van 0, 1 of een maskering (signaal negeren) worden aangegeven welke toestand van de sensorsignalen wordt gevraagd. Met 0 en 1 wordt aangegeven of een sensorsignaal LAAG of HOOG moet zijn. Wanneer geen 0 of 1 is gezet, maar het desbetreffende bit is gemaskeerd, dan wordt de toestand van dat sensorsignaal genegeerd.

Bij het uitvoeren van een programma fungeren de bitpatronen van de invoerbits als condities waarop de toestand van het model wordt getest conform het geldende commando.

d. waardeveld

In het waardeveld kan - afhankelijk van het commando of label - worden aangegeven na welke tijd de volgende programmaregel moet worden uitgevoerd of met welke frequentie een opdracht moet worden uitgevoerd.
Tijdsaanduidingen kunnen in decimalen (tienden) nauwkeurig worden gegeven.
Bij een herhaling wordt het aantal keer aangegeven dat een opdracht of reeks opdrachten wordt uitgevoerd.
Bij een telopdracht wordt het aantal pulswisselingen aangegeven dat moet worden geteld alvorens het programma naar de volgende opdracht gaat.

4.4 Commando's

In LEGO Lines zijn voor het maken van besturingsprogramma's de volgende commando's beschikbaar:

HERHAAL

Begincommando van een herhaalopdracht. Kan worden gecombineerd met de commando's TOT HIER, TOTDAT en OPNIEUW.

TOT HIER

Eindcommando van een herhaalopdracht, waarbij de tussenliggende opdrachten een bepaald aantal keer worden herhaald. Het aantal wordt in het waardeveld meegegeven bij het HERHAAL- commando.

TOTDAT

Eindcommando van een herhaalopdracht, waarbij de tussenliggende opdrachten worden herhaald tot een bepaalde conditie van de invoerbit(s) optreedt. De conditie wordt ingevoerd in het invoerbitveld.

OPNIEUW

Eindcommando van een herhaalopdracht, waarbij de tussenliggende opdrachten worden herhaald tot het besturingsprogramma wordt gestopt.

ALS

Begincommando waarbij de conditie van de invoerbit(s) wordt getest totdat de gewenste conditie optreedt. Het commando dient te worden gebruikt in combinatie met EINDALS.
De conditie wordt ingevoerd in het invoerbitveld. Als de conditie geldt worden de tussenliggende opdrachten uitgevoerd.

EINDALS

Eindcommando, te gebruiken in combinatie met ALS.

TEL

Commando waarbij opdracht wordt gegeven de in de voorafgaande programmaregel bepaalde stuursignalen uit te voeren totdat een bepaald aantal sensorsignaalwisselingen van één sensor is bereikt.

label

Een label is een vrij in te voeren tekst die als aanduiding fungeert voor de actie die met behulp van het aangesloten model wordt uitgevoerd. Hierbij mogen de commando-aanduidingen ('key-words') niet worden gebruikt.

Een commando wordt als label ingevoerd en na het invoeren van de laatste correcte letter automatisch in hoofdletters weergegeven.

Met combinaties van de voorgaande commando's kan een aantal programmastructuren worden gemaakt.

4.5 Programmastructuren

Door bepaalde combinaties van commando's kunnen (sub-) structuren in een besturingsprogramma worden aangebracht. Deze structuren kunnen worden ge'nest'. Het aantal 'nest'- ingen is beperkt tot acht.
De volgende programmastructuren zijn mogelijk:

HERHAAL OPNIEUW

Herhaalstructuur die alleen kan worden onderbroken door de uitvoering van het besturingsprogramma te stoppen. Deze structuur kan worden gebruikt om het model onbeperkt een bepaald besturingsprogramma te laten herhalen.

HERHAAL (n) maal TOT HIER

Herhaalstructuur waarbij een deel van het besturingsprogramma een tevoren bepaald aantal maal wordt uitgevoerd. Het waardeveld bevat het aantal. Te gebruiken om een reeks opdrachten een aantal maal na elkaar te laten uitvoeren.

HERHAAL TOTDAT

Geconditioneerde herhaalstructuur, waarbij een reeks opdrachten wordt herhaald totdat een bepaalde situatie optreedt. De situatie is gespecificeerd in het invoerbitveld. Te gebruiken als 'feed-back'-mechanisme waarbij de programmauitvoering wordt vervolgd als een bepaalde situatie wordt geconstateerd. Tot die situatie optreedt wordt een vaste reeks acties aan het model herhaald.

ALS EINDALS

Geconditioneerde structuur, waarbij een reeks opdrachten slechts wordt uitgevoerd als de gewenste conditie optreedt. De conditie is gespecificeerd in het invoerbitveld.
Te gebruiken als slechts bij een bepaalde situatie een reeks acties moet worden uitgevoerd.

TEL (n) maal

Geconditioneerde structuur, waarbij een bepaalde combinatie van stuursignalen wordt gegeven totdat een gewenst aantal signaalwisselingen van één bepaalde sensor is opgetreden.
Het aantal wordt aangegeven in het waardeveld. De sensor is gespecificeerd in het invoerbitveld.
Deze structuur is vooral bedoeld om de werking van een motor te controleren met behulp van een zogenaamde telschijf, die op de as van de motor, of op de as van een aan de motor verbonden tandwiel is bevestigd. De werking van de motor kan hiermee nauwkeuriger worden bepaald dan mogelijk is met het aangeven van een tijdsduur.
In de regel die voorafgaat aan de regel met het TEL-commando wordt de conditie van de stuursignalen bepaald. Afwijkend van de algemene regel worden de stuursignalen (uitvoerbitcombinatie) na het bereiken van het aantal te tellen signaalwisselingen op 0 gezet.

In de regel met het TEL-commando wordt bij bit 6 óf bit 7 een 1 of een 0 gezet. De andere bit wordt gemaskeerd (leeg bitveld). In het waardeveld wordt het aantal te tellen signaalwisselingen ingevoerd.

4.6 Foutmeldingen

LEGO Lines kent twee soorten foutmeldingen:

- programmafouten;
- schijf- en printerfouten.

Programmafouten kunnen betrekking hebben op het onjuist gebruik van commando's bij het structureren van het besturingsprogramma. Fouten kunnen ook betrekking hebben op het onjuist gebruik van commando's ten aanzien van de specificatie van condities en waarden.
Schijf- en printerfouten hebben betrekking op het functioneren van diskdrive en printer.
Programmafouten worden in het algemeen gemeld met een specifieke foutboodschap, waaruit de aard van de fout kan worden afgeleid. Schrijf- en printfouten worden in het algemeen gemeld met de MS-DOS-melding "Abort, Retry, Ignore?:" en kunnen op de gebruikelijke wijze worden afgehandeld.
Bij de beschrijving van de RUN functie (zie 9.4), de DISK functies (zie 10.6) en de PRINT functie wordt een overzicht gegeven van de foutmeldingen die bij deze functies kunnen optreden.

5. WERKEN MET LEGO LINES

5.1 Aansluiten van LEGO Interface A

De microcomputer en de LEGO Interface A moeten uitgeschakeld zijn als de LEGO Interface A met de bijgeleverde kabel op de computer wordt aangesloten.
Let bij het aansluiten van de kabel op het juist plaatsen van de connectors. Plaats de connector voor de LEGO Interface A zó, dat de 'nok' op de connector past in de uitsparing van de aansluitplug op het chassisdeel.

Als de LEGO Interface A op de microcomputer is aangesloten kan de apparatuur worden ingeschakeld.
De LEGO Interface A wordt gevoed door een losse transformator die bij de LEGO Interface A wordt geleverd.

5.2 Installeren van LEGO Lines

Voor het in gebruik nemen van LEGO Lines wordt aanbevolen van de geleverde programmaschijf een werkkopie aan te maken. Raadpleeg hiervoor de installatie-instructie die bij de LEGO Lines programmaschijf wordt geleverd.
Bij het installeren dient het programma te worden aangepast aan de interfacekaart die wordt gebruikt. Indien het programma wordt geïnstalleerd op een schijf met de vereiste systeemfiles, wordt een werkexemplaar van LEGO Lines verkregen waarmee het programma automatisch kan worden gestart.

5.3 Laden van LEGO Lines

Wanneer zoals in de installatie instructie is beschreven een werkexemplaar met systeemfiles en een AUTOEXEC.BAT file is aangemaakt, start LEGO Lines automatisch op door de computer aan te zetten en de LEGO Lines programmaschijf in drive A te plaatsen. Is dat niet het geval, dan dient U als volgt te werk te gaan.

De computer dient eerst te worden gestart met een systeemschijf waarmee MS-DOS (versie 2.0 of een hoger versienummer) wordt geladen.

Op het scherm verschijnt na het starten met MS-DOS en het eventueel ingeven van datum en tijd:

```
A>
```

Verwijder dan de systeemschijf en plaats de LEGO Lines schijf in drive A. Sluit de drive. Typ vervolgens:

```
A>lines [RETURN]
```

Typefouten bij het invoeren kunnen worden verbeterd met de correctietoets (Backspace).
Het programma start met het copyrightscherm, even later gevolgd door het 'programmabeeldscherm', het centrale beeldscherm van LEGO Lines. Het programma start in de EDIT functie.

Indien geen LEGO Interface A op de computer is aangesloten kunnen besturingsprogramma's wel worden ingevoerd, maar niet worden ge-"RUN"d. Het programma zal namelijk stoppen wanneer invoer van sensorsignalen wordt gevraagd.
Het is mogelijk een programma te maken en te testen op programmafouten zonder dat een model is aangesloten. Door het programma te RUN-nen wordt het complete programma vooraf getest op programmafouten. Als er fouten in het programma zitten, worden deze gemerkt.

Wanneer een besturingsprogramma is aangemaakt terwijl er geen interface is aangesloten, en men wil alsnog de interface aansluiten, dan moet het besturingsprogramma eerst worden vastgelegd op schijf. De computer moet dan worden uitgezet, voordat de interface mag worden aangesloten. LEGO Lines moet daarna opnieuw worden geladen en gestart. Het aangemaakte besturingsprogramma kan dan worden geladen en uitgevoerd.

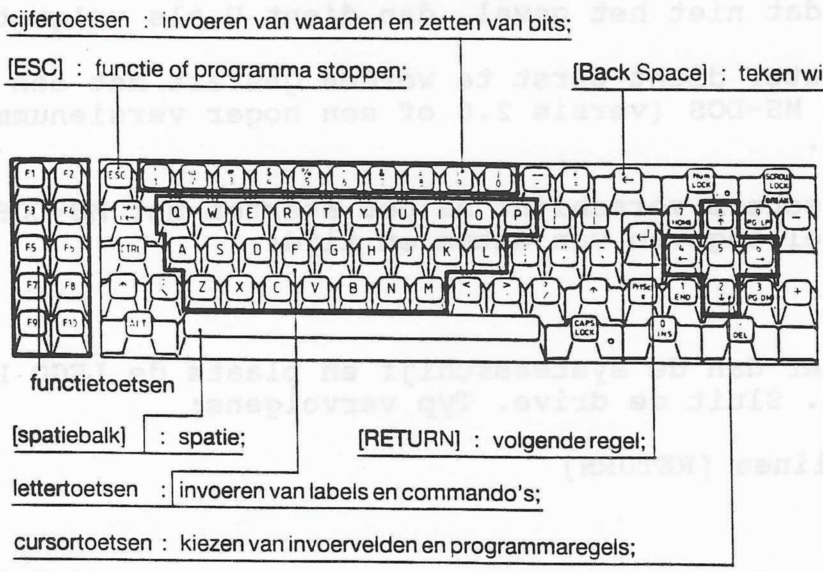
Bij het uitzetten van de computer is het raadzaam altijd eerst de schijf uit de diskdrive te verwijderen.

5.4 Kopiëren van LEGO Lines

Van de LEGO Lines programmaschijf kunnen kopieën worden gemaakt. Het maken van kopieën is alleen toegestaan voor het maken van werkkopieën die in hetzelfde lokaal worden gebruikt.

Voor het kopiëren van de programmaschijf dient gebruik te worden gemaakt van de mogelijkheden die onder MS-DOS beschikbaar zijn.

5.5 Gebruik van het toetsenbord



Bij het werken met LEGO lines kunnen de volgende toetsen worden gebruikt:

cursortoetsen:	voor het kiezen van het invoerveld en de programmaregels; → veld naar rechts ← veld naar links ↑ veld omhoog ↓ veld omlaag
lettertoetsen:	voor het invoeren van labels en commando's;
cijfertoetsen:	voor het invoeren van waarden in het waarde veld en het zetten van bits in het bitveld;
[Back Space]:	teken wissen
[RETURN]:	invoer afsluiten
[ESC]:	functie afbreken

functietoetsen :

programma stoppen	[F1]	[CTRL][F2]	programma wissen
regel tussenvoegen	[F3]	[F4]	regel weghalen
schijf functies	[F5]	[F6]	programma afdrukken
direct besturen	[F7]	[CTRL][F8]	terug naar MS-DOS
RUN functies	[F9]	[F10]	regel testen

De RUN-functie [F9] voert het besturingsprogramma uit met weergave op het scherm (RUNs-functie).
De RUNt-functie wordt uitgevoerd met [shift][F9].

De uitvoering van een besturingsprogramma kan behalve met [F1] ook worden gestopt met de [ESC]-toets.

6. EDIT FUNCTIE

6.1 Toetsenoverzicht

cursortoetsen: → veld naar rechts
← veld naar links
↑ regel omhoog
↓ regel omlaag

lettertoetsen: a t/m z

cijfertoetsen: 0 t/m 9 en decimaaltoets

[Backspace] : teken wissen

[RETURN] : invoer afsluiten

functietoetsen:

[CTRL][F2] : programma wissen
[F3] : regel tussenvoegen (INSERT)
[F4] : regel weghalen (DELETE)
[F5] : schijf menu
[F6] : programma afdrukken

6.2 Programmaregels invoeren

In de EDIT functie kunnen programmaregels worden ingevoerd. Voor het maken van een besturingsprogramma zijn in totaal 40 regels beschikbaar. Hiervan zijn maximaal 9 programmaregels zichtbaar op het scherm. Met behulp van de cursortoetsen 'op' en 'neer' 'scrollt' het programma verticaal over het scherm om andere programmaregels zichtbaar te maken.

Programmaregels kunnen met behulp van de cursortoetsen 'op' en 'neer' opwillekeurige plaatsen worden ingevoerd.
Met [RETURN] gaat de cursor naar het begin van de volgende programmaregel.

Voor het invoeren van programmaregels wordt gebruik gemaakt van de volgende invoervelden:

a. labelveld
b. invoerbitveld
c. uitvoerbitveld
d. waardeveld

Met behulp van de cursortoetsen kan het veld worden gekozen waarin men gegevens wil invoeren. Het desbetreffende invoerveld wordt aangegeven met een zgn. invoerblok.

Het invoerbitveld en het uitvoerbitveld kunnen alleen worden bereikt als in het labelveld een relevant commando staat. We geven een overzicht van alle commando's met daarbij de velden, die kunnen worden bereikt bij het desbetreffende commando.

	labelveld	IN-veld	UIT-veld	waardeveld
HERHAAL	ja	nee	nee	ja
TOT HIER	ja	nee	nee	nee
TOTDAT	ja	ja	nee	nee
OPNIEUW	ja	nee	nee	nee
ALS	ja	ja	nee	nee
EINDALS	ja	nee	nee	nee
TEL	ja	ja	nee	ja
<label>	ja	nee	ja	ja

De invoermogelijkheden zijn per veld bepaald. Alleen in het labelveld en in het waardeveld is er een cursor te zien. In deze beide velden kunnen tijdens het invoeren met behulp van de correctietoets ([Back Space]) tekens worden gewist.

Een commando dat in hoofdletters is verschenen in het labelveld kan alleen worden weggehaald door de desbetreffende programmaregel te wissen met functietoets [F4] (DELETE).

In het labelveld kan een commando of een eigen label worden ingevoerd met gebruik van de (kleine) letter- en cijfertoetsen en de spatiebalk. Een commando wordt direct na de invoer van het laatste teken automatisch in hoofdletters gezet. Een label blijft in kleine letters (onderkast).

In het waardeveld kan alleen een getal ingevoerd worden. Indien het om een tijdsaanduiding gaat kan een decimale punt worden gebruikt. De tijdsduur van een tijdseenheid is één seconde.

Wanneer in het waardeveld bij de opdrachten, waarbij dat van toepassing is, geen of een zeer korte tijdsaanduiding wordt aangegeven, wordt bij de uitvoering van het besturingsprogramma met RUNs(cherm) de tijdsduur minimaal bepaald door de standaard tijdseenheid die in LEGO Lines is ingegeven (250 millisec.). (Zie 9.6)

In het invoerbitveld en het uitvoerbitveld kunnen de bits worden gezet met behulp van de cijfertoetsen die met het desbetreffende bit corresponderen. Het cursorblok komt na het invoeren van een corresponderend commando op het desbetreffende veld te staan. Door op de juiste cijfertoetsen te drukken (0- 5 voor het uitvoerbitveld en 6-7 voor het invoerbitveld) kan het desbetreffende bit worden veranderd ("toggle").
In het invoerbitveld kunnen de tekens 0 en 1 worden gezet. Een leeg invoerbitveld (raster) geeft aan dat het desbetreffende bit wordt gemaskeerd (zgn. "don't-care").
In het uitvoerbitveld kunnen de waarden 0 en 1 worden gezet.

6.3 Regel tussenvoegen en regel weghalen

Bij het invoeren van een programma kan met de [F4]-toets de programmaregel waarop de cursor staat worden weggehaald. De volgende programmaregels schuiven dan aan.

Het is ook mogelijk een lege regel tussen te voegen met behulp van de [F3]-toets. Daardoor wordt een lege regel tussengevoegd boven de regel waarop de cursor staat.

6.4 Andere functies aanroepen

Vanuit de EDIT functie kunnen andere functies worden bereikt met behulp van de functietoetsen. Zie 5.4 voor een overzicht van de functietoetsen.

6.5 Besturingsprogramma wissen uit het geheugen

Een besturingsprogramma kan uit het geheugen worden gewist door tegelijk de [CTRL]- en de [F2]-toets in te drukken.
Na bevestiging wordt het besturingsprogramma gewist.

6.6 Stoppen met LEGO Lines

Het LEGO Lines programma wordt gestopt door tegelijk de [CTRL]- en de [F8]-toets in te drukken. Na bevestiging keert men terug naar MS-DOS.

7. TEST FUNCTIE

7.1 Toetsenoverzicht

cursor op en neer	: aangeven van de te testen regel
[F10]	: TESTEN

7.2 Testen

In de TEST functie kan een programmaregel met uitvoerbitsignalen getest (d.w.z. uitgestuurd) worden. Indien een model is aangesloten worden stuursignalen gegeven aan de uitvoerpoorten die een '1' bevatten. Programmaregels met een commando kunnen niet worden getest.

Voordat op de [F10]-toets wordt gedrukt moet de cursor eerst op de te testen regel worden geplaatst.

De tijdsaanduiding in het waardeveld wordt bij het testen genegeerd. De signalen worden uitgestuurd zolang de functietoets ingedrukt wordt gehouden. Om rekening te houden met de verschillen in scanning bij diverse typen toetsenborden is een korte pauze ingebouwd waardoor het uitsturen van de signalen enigszins is vertraagd.

Het testen wordt gestopt door de TEST-toets weer los te laten.

8. DIRECT FUNCTIE

8.1 Toetsenoverzicht

[F7]	: directe besturing in- en uitschakelen
cijfertoetsen 0 t/m 5	: stuursignalen aan de desbetreffende poorten geven.

8.2 Directe besturing

Door vanuit de EDIT functie met [F7] de directe besturing in te schakelen kunnen met behulp van de cijfertoetsen 0 t/m 5 besturingssignalen worden gezet, die aan de LEGO Interface A en het model worden doorgegeven. De cijfertoetsen fungeren als aan-/uitschakelaars. Hierdoor is het mogelijk een aangesloten model direct te besturen.

In het functieveld staat DRCT als aanduiding dat men bezig is met directe besturing.

In het communicatieveld wordt met een 1 bij de desbetreffende bits aangegeven welke besturingssignalen worden gegeven. Tevens laat het communicatieveld de toestand van de sensoren op de bitplaatsen 6 en 7 zien met 0 of 1.

Door opnieuw [F7] in te drukken keert men terug naar de EDIT functie.

9. RUN FUNCTIE

9.1 Toetsenoverzicht

[F9]	: RUN een programma of programmagedeelte met schermweergave (RUNs-functie)
[shift][F9]	: RUN een programma of programmagedeelte zonder schermweergave (RUNt-functie)
[F1] of [ESC]	: programma-uitvoering stoppenen terug naar EDIT functie

9.2 Besturingsprogramma uitvoeren

Als vanuit de EDIT functie op de [F9]-toets wordt gedrukt, wordt het besturingsprogramma uitgevoerd. De programmauitvoering kan hierbij op het beeldscherm worden gevolgd (RUNs-functie).
Met [shift][F9] wordt het programma uitgevoerd zonder weergave op het scherm. Hierbij wordt prioriteit gegeven aan de tijdsfactor.

Vóór het programma wordt uitgevoerd dient de cursor binnen het uit te voeren programma of programmagedeelte te worden geplaatst.
Een besturingsprogramma kan gedeeltelijk worden uitgevoerd door vóór en achter het uit te voeren programmagedeelte een lege programmaregel tussen te voegen.
Plaats vervolgens de cursor binnen het desbetreffende programmagedeelte en druk op [F9] of [shift][F9].
Wanneer het besturingsprogramma compleet moet worden uitgevoerd mogen er geen lege regels in het programma staan.

Een besturingsprogramma wordt vóór de uitvoering eerst gecontroleerd op programmafouten. Is het programma niet correct, dan dient de fout eerst gecorrigeerd te worden alvorens het programma kan worden uitgevoerd.
Als een programmafout wordt geconstateerd wordt een foutmelding gegeven. Met een willekeurige toetsindruk komt men vervolgens terug in de EDIT functie.

Als het besturingsprogramma correct is wordt het vanaf het begin (of vanaf een lege programmaregel) regel voor regel uitgevoerd.
De programmaregel die wordt uitgevoerd is in de RUNs-functie op het beeldscherm zichtbaar en wordt aangeduid met een geïnverteerd labelveld.
De signalen zijn zichtbaar in het communicatieveld. In de RUNt-functie wordt het programmaverloop niet aangeduid op het scherm.

De uitvoering van het besturingsprogramma kan worden gestopt met de [F1]-toets of met de [ESC]-toets.

9.3 Communicatieveld

In de TEST functie, de RUN functie en bij directe besturing wordt in het communicatieveld de teostand van de bitwaarden weergegeven zoals die op dat moment bij de uitvoering van het besturingsprogramma geldt.

Bij een TEL opdracht worden de sensorsignalen niet in het communicatieveld weergegeven.

9.4 Programmafouten

Voordat het besturingsprogramma of een gedeelte daarvan wordt uitgevoerd wordt het programma op fouten gecontroleerd.

In een besturingsprogramma kunnen twee soorten fouten worden geconstateerd: structuurfouten en taalfouten.

Structuurfouten hebben betrekking op het gebruik van commando's voor het structureren van het besturingsprogramma.

Taalfouten hebben betrekking op het gebruik van commando's waarbij een conditie wordt gesteld of een invoer in het waardeveld vereist is.

Zowel structuurfouten als taalfouten worden gemeld. Deze fouten dienen eerst in de EDIT functie te worden gecorrigeerd alvorens het besturingsprogramma uitgevoerd kan worden. De volgende foutmeldingen kunnen worden gegeven:

te veel HERHAAL
te veel ALS
invoer bij TEL niet correct
invoer bij TEL ontbreekt
HERHAAL zonder TOTDAT / OPNIEUW
HERHAAL n zonder TOT HIER
ALS zonder EINDALS
TOTDAT / OPNIEUW zonder HERHAAL
TOT HIER zonder HERHAAL n
EINDALS zonder ALS
HERHAAL n structuur niet correct
HERHAAL structuur niet correct
EINDALS buiten HERHAAL n structuur
EINDALS buiten HERHAAL structuur
TOT HIER / TOTDAT buiten ALS structuur

Bij het controleren van het besturingsprogramma op fouten wordt steeds de eerst aangetroffen fout gemeld. Deze fout dient eerst te worden gecorrigeerd alvorens een eventuele andere fout kan worden gemeld door opnieuw het programma uit te voeren.
Druk na een foutmelding op een willekeurige toets om verder te gaan.

Wanneer er één of meer lege regels in een programma staan wordt alleen het programmagedeelte waarin de cursor staat op fouten getest. 'Vreemde' foutmeldingen zijn vaak terug te voeren op een

verkeerde positie van de cursor of het voorkomen van 'lege' programmaregels binnen een programma.
Ook het gegeven dat een eerder gezette uitvoerbitcombinatie blijft gelden totdat een nieuwe uitvoerbitcombinatie wordt gegeven kan problemen opleveren bij het uitvoeren van een programma. Alleen bij het TEL-commando wordt na het te tellen aantal signaalwisselingen de gezette bitcombinatie uitgeschakeld. Hier moet bij het maken van een programma rekening mee worden gehouden.

9.5 Bedieningsfouten

Wanneer een model moet worden bestuurd moet ook worden gelet op de stand van de rode STOP-knop op de interface: stuursignalen worden alleen aan het model doorgegeven als de rode STOP-knop "uit" (= naar boven) staat.

Voor de draairichting van de motoren is van belang hoe de stekerverbinding met de interface is gemaakt. De draairichting kan worden veranderd door de steker om te keren.

9.6 Snelheid van de programma-uitvoering

De snelheid waarmee een besturingsprogramma wordt uitgevoerd wordt mede door de snelheid van LEGO Lines bepaald. Er bestaat daarbij een belangrijk onderscheid tussen de RUNs- functie en de RUNt-functie.

Bij de RUNs-functie is om didaktische redenen prioriteit gegeven aan de weergave van het programmaverloop op het beeldscherm.
In de RUNs-functie wordt het tijdsverloop daarom mede bepaald door de tijd die nodig is voor het weergeven van het programmaverloop op het beeldscherm. Voor het uitvoeren van de besturingsstappen is een minimale tijd per stap ingesteld van 250 milliseconde. Dit speelt een rol bij de uitvoering van programmastappen waarbij geen tijd is bepaald, zoals het commando HERHAAL en een programmastap (met of zonder label) zonder tijdsaanduiding in het waardeveld. Wanneer wel een tijd is aangegeven wordt per eenheid een tijd van één seconde aangehouden.
Bij een besturingsprogramma van meer dan negen regels is het bovendien mogelijk dat de uitvoering van het besturingsprogramma verder wordt vertraagd door de tijd die nodig is voor het scrollen van het programma op het beeldscherm. De vertraging die hierdoor ontstaat kan de programmauitvoering beïnvloeden.
Ook veranderingen in een correct werkend programma kunnen de tijdsfactor en daarmee de correcte werking van het model beïnvloeden.

In de RUNt-functie wordt bij de uitvoering van het besturingsprogramma prioriteit gegeven aan een exacte uitvoering van het programma met het model. De tijdsfactor is bepalend voor het uitvoeren van de programmaregels. Programmaregels met commando's kosten vrijwel geen tijd en beïnvloeden het tijdsverloop niet waarneembaar.
In de RUNt functie staat op het beeldscherm het begin van het

programma. Er vindt geen weergave van het programmaverloop plaats en ook het communicatieveld blijft leeg. Rechts boven geeft alleen de RUNt-aanduiding aan dat het programma wordt uitgevoerd. Bij uitvoering van een programma in de RUNt-functie kan door de grote snelheid bij de verwerking van de programmaregels de traagheid van het model (mechanische factoren, zoals de start- en stoptijd voor lampjes en motoren) een rol spelen en de correcte werking van het model beïnvloeden.

In het algemeen biedt het gebruik van de RUNt functie de meeste mogelijkheden voor procesbesturing en de beste garantie voor een correcte werking van het model. De RUNs functie kan nuttig zijn om een programma of programmagedeelte te testen.

10. DISK FUNCTIES

10.1 Toetsenoverzicht

[F5] : DISK-functies aanroepen

[ESC] : terug naar EDIT-functie

10.2 Keuzemenu

Besturingsprogramma's die met LEGO Lines zijn gemaakt worden op schijf gezet onder de naam die aan het programma is meegegeven. LEGO Lines geeft aan de filenaam de extensie .LIN mee.

Door in de EDIT functie de [F5]-toets in te drukken verschijnt links op het beeldscherm een overzicht van de besturingsprogramma's die op de schijf staan.
Rechts op het beeldscherm verschijnt het volgende keuzemenu:

1. lees
2. schrijf
3. wis
4. terug

Met menukeuze "4. terug" of met [ESC] keert men terug naar de EDIT functie. Met de overige menukeuzen kan men een besturingsprogramma van de schijf lezen, op schijf vastleggen of van de schijf wissen. Op elk van deze menukeuzen geven we een korte toelichting.

10.3 Lezen van een besturingsprogramma

Een besturingsprogramma dat op schijf staat kan worden geladen door na menukeuze "1. lees" de naam van het programma in te geven.
Na bevestiging wordt het besturingsprogramma geladen. Een programma dat nog in het geheugen aanwezig was wordt zonder waarschuwing gewist. Men keert na het lezen automatisch terug naar de EDIT functie.

10.4 Bewaren van een besturingsprogramma

Een besturingsprogramma dat met LEGO Lines gemaakt is kan met menukeuze "2. schrijf" op een geformatteerde schijf worden vastgelegd.
Bij het vastleggen van een programma op schijf kan een naam van maximaal 8 tekens (letters en/of cijfers) worden ingegeven. Indien de naam die wordt ingegeven reeds op de desbetreffende schijf voorkomt, wordt gevraagd of het oude programma vervangen mag worden door het nieuwe programma.

Na het wegschrijven van een besturingsprogramma op schijf keert men automatisch terug naar de EDIT functie.

10.5 Wissen van een besturingsprogramma op schijf

Met menukeuze "3. wissen" kan een besturingsprogramma van de schijf worden gewist. De naam van het te wissen programma moet worden ingevoerd. Vóór het programma gewist wordt, wordt eerst een bevestiging gevraagd. Na het wissen wordt automatisch de (nieuwe) inhoud van de schijf gegeven.

10.6 Foutmeldingen

Bij het uitvoeren van de keuzen van het schijfmenu wordt een foutmelding gegeven als er iets verkeerd gaat. Wanneer een fout optreedt op MS-DOS-niveau wordt de foutmelding "Abort, Retry, Ignore?:" gegeven! Herstel zo mogelijk de fout en probeer de opdracht opnieuw uit te voeren door de R van Retry te toetsen. Als de fout niet hersteld kan worden, kan men door de A van Abort te toetsen terug in LEGO Line komen.
Een MS-DOS-foutmelding wordt gegeven als:

- er geen of een verkeerde schijf in de diskdrive zit;
- er een met een plakkertje beveiligde schijf in de diskdrive zit waarop een programma moet worden vastgelegd;
- de diskdrive niet gesloten is.

Bij fouten die onder controle van LEGO Lines kunnen optreden, worden de volgende foutmeldingen gegeven:

a. programma niet aanwezig

Bij een opdracht om een programma van schijf te lezen is het programma met de opgegeven naam niet aanwezig. De naam is niet correct ingegeven of het programma staat op een andere schijf.

b. programma bestaat al

Bij een opdracht om een programma op schijf te schrijven blijkt reeds een programma met die naam op de schijf te staan. Na bevestiging wordt het nieuwe programma over het oude programma heen geschreven. Wanneer dat niet de bedoeling is moet het programma onder een andere naam op de schijf worden gezet.

c. LEGO Lines INHOUD is vol!

Bij een opdracht om een programma op schijf vast te leggen blijkt binnen de LEGO Lines INHOUD geen ruimte meer aanwezig te zijn. Wis eerst een of meer programma's van de schijf of gebruik een andere geformatteerde schijf.

Op een LEGO Lines programmaschijf kunnen totaal 56 programma's worden vastgelegd.
Indien bij het werken met de diskdrive een fout wordt gemeld moet eerst een toets worden ingedrukt om verder te kunnen gaan.

Met menukeuze "4. terug" of met [ESC] keert men terug in de EDIT functie.

11. PRINT FUNCTIE

11.1 Toetsenoverzicht

[F6] : afdrukken besturingsprogramma

[ESC] : stoppen

11.2 Afdrukken

Een besturingsprogramma dat zich in het geheugen bevindt kan worden afgedrukt met behulp van een printer door de [F6]- toets in te drukken. Na bevestiging wordt het besturingsprogramma afgedrukt.
Is de printer niet gereed, dan wacht het programma enige tijd totdat de printer wel gereed is.
Wordt een afdrukopdracht gegeven terwijl er geen printer aanwezig is, dan keert het programma na enige tijd weer terug en geeft de foutmelding "printerfout".
Bij het afdrukken worden ge-'nest'-e programmastructuren aangeduid door het laten inspringen van de programmaregels.

Het afdrukken kan worden afgebroken door de [ESC]-toets even ingedrukt te houden. Na korte tijd wordt het afdrukken dan gestopt en keert men terug naar de EDIT functie.

12. DEMONSTRATIEPROGRAMMA'S

Op de LEGO Lines programmaschijf zijn ter demonstratie een viertal besturingsprogramma's opgenomen. Met deze programma's kan de werking worden gedemonstreerd van de modellen die in het leerlingenboekje worden behandeld (Robotica I bouwdoos).

Ten behoeve van de toelichting zijn de programmaregels van een volgnummer voorzien.

Om de werking van de modellen correct te demonstreren dienen alle programma's te worden uitgevoerd met de RUNt(ijd) functie [Shift][F9].

12.1 Reuzenrad (RAD)

Aansluitingen

A	:	motor
6	:	sensor met telschijf
7	:	sensor reuzenrad
vast	:	lampje

Programma RAD

```
                       7 6 5 4 3 2 1 0
                       ---------------
HERHAAL                . . . . . . . .            1)
 HERHAAL               . . . . . . . .    4       2)
  HERHAAL              . . . . . . . .            3)
   motor aan           * * 0 0 0 0 1 0            4)
  TOTDAT               * 1 . . . . . .            5)
  motor aan            * * 0 0 0 0 1 0   0.3      6)
  wachten              * * 0 0 0 0 0 0   5        7)
 TOT HIER              . . . . . . . .            8)
 draaien               * * 0 0 0 0 1 0  20        9)
OPNIEUW                . . . . . . . .           10)
```

Toelichting

Het instappen wordt gestuurd door de programmaregels 2 t/m 8. In de regels 3 t/m 5 wordt het rad zolang gedraaid totdat de lichtstraal naar de sensor op ingang 6 wordt onderbroken. De motor draait daarna het rad nog iets verder (regel 6) om te

voorkomen dat de lichtstraal direct daarna nogmaals wordt onderbroken.
De passagiers kunnen dan in- en uitstappen gedurende een wachtijd van 5 seconden (regel 7).
Om alle passagiers gelegenheid te geven om in en uit te stappen wordt dit deel van het programma vier maal herhaald (HERHAAL ... TOT HIER structuur in regel 2 en 8).

In regel 9 wordt het rad vervolgens twintig seconden rond gedraaid. De HERHAAL ... OPNIEUW structuur (regels 1 en 10) zorgt dat het programma steeds opnieuw wordt herhaald.

Het stoppen om in en uit te stappen kan worden beinvloed door valse lichtinval van externe lichtbronnen op de sensor.

12.2 Robotarm

Aansluitingen

A : motor van de grijper

B : motor van de arm

7 : sensor met telschijf

Programma ROBOT

```
                    7 6 5 4 3 2 1 0
                    ---------------
    openen          * * 0 0 0 0 0 1    1      1)
    HERHAAL         . . . . . . . .           2)
    draai links     * * 0 0 1 0 0 0           3)
    TEL             1 * . . . . . .    24     4)
    sluiten         * * 0 0 0 0 1 0    0.5    5)
    draai rechts    * * 0 0 0 1 1 0           6)
    TEL             1 * . . . . . .    24     7)
    openen          * * 0 0 0 0 0 1    0.5    8)
    draai links     * * 0 0 1 0 0 0           9)
    TEL             1 * . . . . . .    24    10)
    wachten         * * 0 0 0 0 0 0    5     11)
    draai rechts    * * 0 0 0 1 0 0          12)
    TEL             1 * . . . . . .    24    13)
    sluiten         * * 0 0 0 0 1 0    0.5   14)
    draai links     * * 0 0 1 0 1 0          15)
    TEL             1 * . . . . . .    24    16)
    openen          * * 0 0 0 0 0 1    0.5   17)
    draai rechts    * * 0 0 0 1 0 0          18)
    TEL             1 * . . . . . .    24    19)
    wachten         * * 0 0 0 0 0 0    5     20)
    OPNIEUW         . . . . . . . .          21)
```

Toelichting

De robotarm kan een voorwerp, bijv. een LEGO - bouwsteen, verplaatsen door het in een cirkelvormige baan te verschuiven. Het programma werkt als volgt:

```
                        B

                        V
                       | |
                       | |
                       | |
                      -| |-
      A   |X̄|        | |o| |
           -          -| |-
                        -
```

De robotarm staat op positie B met de grijper open of gesloten. Op positie A staat een bouwsteen.

Het programma zet eerst de grijper open (regel 1) en beweegt dan naar positie A (regel 3 en 4). De bouwsteen wordt gepakt (regel 5) en naar positie B verplaatst (regel 6 t/m 8). De arm wordt terug naar positie A verplaatst (regel 9 en 10), waarna de arm 5 seconden blijft wachten(regel 11).
Daarna vindt het proces in omgekeerde richting plaats (regel 12 t/m 20).
Het hele proces wordt daarna steeds weer herhaald (HERHAAL ... OPNIEUW -structuur in regel 2 en 21).

De grijperbeweging wordt geregeld met motor A (bits 0 en 1). Ook tijdens het verplaatsen draait de motor om de grijper dicht te houden. Dit kan zonder mechanische problemen omdat het asje op de motoras slipt.

De draaibeweging wordt gecontroleerd met het TEL commando dat de beweging van motor B (bits 2 en 3) controleert met behulp van een sensor met telschijf. De telschijfkant met vier zwarte vlakken wordt gebruikt. Met 96 signaalwisselingen kan een ronddraaiende beweging van 360 graden worden gemaakt. Met de ingevoerde 24 signaalwisselingen wordt over een hoek van 90 graden gedraaid.

Wanneer de draairichting of de grijperbewegingen niet correct zijn moet de steker worden omgekeerd.

12.3 Automatische schuifdeur

Aansluitingen

A	:	motor van de schuifdeur
2	:	lampje aan de kant van de motor
3	:	lampje aan de andere kant van de deur
6	:	sensor aan de kant van de motor
7	:	sensor aan de andere kant van de deur

Programma DEUR

```
                         7 6 5 4 3 2 1 0
                         ---------------
   deur dicht            * * 0 0 1 1 1 0   4        1)
   HERHAAL               . . . . . . . .            2)
    lampen aan           * * 0 0 1 1 0 0            3)
    ALS                  1 * . . . . . .            4)
     deur open           * * 0 0 1 1 0 1   4        5)
     wacht               * * 0 0 1 1 0 0   2        6)
     deur dicht          * * 0 0 1 1 1 0   4        7)
    EINDALS              . . . . . . . .            8)
    ALS                  * 1 . . . . . .            9)
     deur open           * * 0 0 1 1 0 1   4       10)
     wacht               * * 0 0 1 1 0 0   2       11)
     deur dicht          * * 0 0 1 1 1 0   4       12)
    EINDALS              . . . . . . . .           13)
   OPNIEUW               . . . . . . . .           14)
```

Toelichting

Met dit programma fungeert de automatische schuifdeur als de deur in een winkel. Beide sensor-lampcombinaties fungeren als een lichtsluis.
Eerst wordt de stand van de schuifdeur geregeld door deze te sluiten (regel 1).
Met een HERHAAL ... OPNIEUW -structuur (regel 2 en 14) worden de lampjes aangezet (regel 3) en er wordt met een ALS ... EINDALS structuur (regels 4 t/m 8 en 9 t/m 13) voortdurend getest of een van beide lichtstralen wordt onderbroken.
Als een van beide lichtstralen wordt onderbroken wordt het desbetreffende programmagedeelte tussen ALS en EINDALS uitgevoerd.

12.4 Transportband

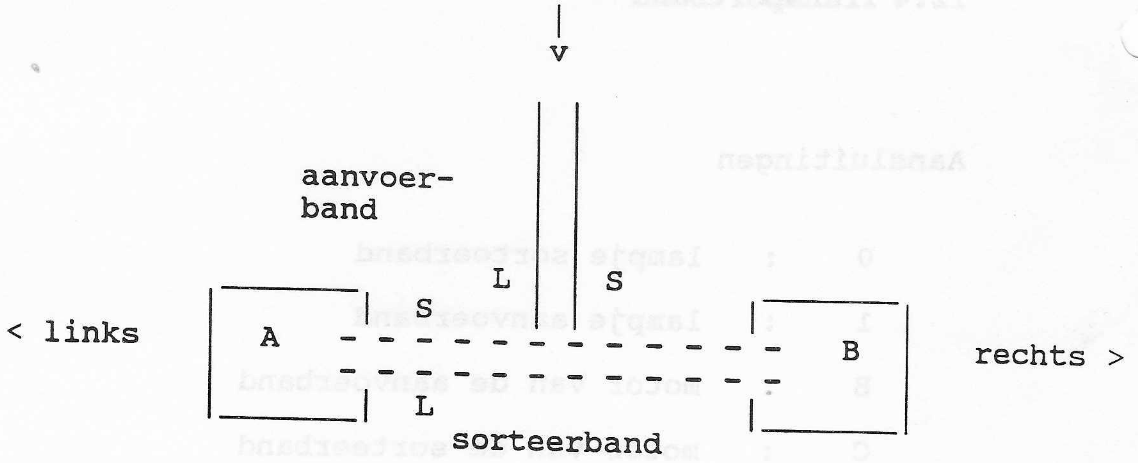
Aansluitingen

0	:	lampje sorteerband
1	:	lampje aanvoerband
B	:	motor van de aanvoerband
C	:	motor van de sorteerband
6	:	sensor aanvoerband
7	:	sensor sorteerband

Programma BAND

	7	6	5	4	3	2	1	0		
lampen aan	*	*	0	0	0	0	1	1	0.1	1)
HERHAAL	.	.	.	.	.	.	.	.		2)
rechts sort	*	*	0	1	0	1	1	1		3)
ALS	1	*	.	.	.	.	.	.		4)
afvoer re	*	*	0	1	0	0	1	1	5	5)
HERHAAL	.	.	.	.	.	.	.	.		6)
toevoer	*	*	0	1	0	1	1	1		7)
TOTDAT	*	0	.	.	.	.	.	1		8)
HERHAAL	.	.	.	.	.	.	.	.		9)
afvoer li	*	*	1	0	0	0	1	1		10)
TOTDAT	1	*	.	.	.	.	.	.		11)
HERHAAL	.	.	.	.	.	.	.	.		12)
links sort	*	*	1	0	0	0	1	1		13)
TOTDAT	0	*	.	.	.	.	.	.		14)
EINDALS	.	.	.	.	.	.	.	.		15)
OPNIEUW	.	.	.	.	.	.	.	.		16)

Toelichting



De transportband wordt bij dit programma als sorteerinstallatie gebruikt. De bedoeling is dat op de aanvoerband hoge en lage bouwstenen worden aangevoerd. De lage bouwstenen (2 x 2 noppen) moeten in bak B terecht komen. De hoge bouwstenen in bak A. Aan het begin van het programma worden de lampjes bij de sensoren aangezet om te voorkomen dat de sensoren een foute melding geven. Normaal draaien de aanvoerband en de sorteerband continu, zó dat de lage bouwstenen in bak B terecht komen (regels 2, 3 en 16). Als een hoge bouwsteen de lichtsluis aan het einde van de aanvoerband passeert (regel 4) wordt eerst de vorige (lage) bouwsteen naar rechts afgevoerd (regel 5). De hoge bouwsteen wordt vervolgens verder getransporteerd tot op de sorteerband en naar links afgevoerd (regels 6 t/m 14). De sorteerband blijft naar links draaien totdat de bouwsteen de sensor op de sorteerband is gepasseerd en in de bak is gevallen (regel 14). Bij het naar links draaien van de sorteerband staat de aanvoerband stil. Daarna gaan beide banden weer continu draaien voor het sorteren van lage bouwstenen.

Indien de motoren niet in de juiste richting draaien dienen de stekeraansluitingen te worden omgekeerd.

TOT BESLUIT

Bij het samenstellen van dit gebruikersboek is zo groot mogelijke zorg betracht. Niettemin kan het voorkomen dat de gegeven informatie niet volledig is of correctie behoeft.

Mocht U onverhoopt fouten constateren of aanmerkingen hebben op de vorm of inhoud, dan vernemen wij dit graag van U.